

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 03 July 2000 (03.07.00)	
International application No. PCT/DE99/03614	Applicant's or agent's file reference GR98P8170P
International filing date (day/month/year) 12 November 1999 (12.11.99)	Priority date (day/month/year) 13 November 1998 (13.11.98)
Applicant BAHRENBURG, Stefan et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:
29 March 2000 (29.03.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Kiwa Mpay
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts GR98P8170P	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 99/ 03614	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 12/11/1999	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 13/11/1998
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 5

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04B1/707

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 876 008 A (SIEMENS AG ;FRANCE TELECOM (FR)) 4 November 1998 (1998-11-04) page 2, column 2, line 7 - line 34 page 4, column 6, line 16 - line 41; figure 6	1,8
A	EP 0 828 361 A (NOKIA MOBILE PHONES LTD) 11 March 1998 (1998-03-11)	1,8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.*** Special categories of cited documents :****"A"** document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance**"E"** earlier document but published on or after the international filing date**"L"** document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)**"O"** document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means**"P"** document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed**"T"** later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention**"X"** document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone**"Y"** document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.**"B"** document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 March 2000

Date of mailing of the international search report

10/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bossen, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. Appl. No.

PCT/DE 99/03614

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0876008	A	04-11-1998	NONE	
EP 0828361	A	11-03-1998	NONE	

PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : H04B 1/707	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/30270 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. Mai 2000 (25.05.00)
---	-----------	--

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03614 (22) Internationales Anmeldedatum: 12. November 1999 (12.11.99) (30) Prioritätsdaten: 198 52 571.0 ✓ 13. November 1998 (13.11.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BAHRENBURG, Stefan [DE/DE]; Drygalski-Allee 118, D-81477 München (DE). BAIER, Paul, Walter [DE/DE]; Burgunder Strasse 6, D-67661 Kaiserslautern (DE). EMMER, Dieter [DE/DE]; Josef-Fischhaber-Strasse 12, D-82319 Starnberg (DE). MAYER, Jürgen [DE/DE]; Mutterstadter Strasse 82A, D-67105 Schifferstadt (DE). SCHLEE, Johannes [DE/DE]; Nelly-Sachs-Strasse 40, D-89134 Blaustein (DE). WEBER, Tobias [DE/DE]; Konrad-Adenauer-Strasse 34, D-67731 Otterbach (DE).	(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE). (81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
--	---

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING DATA IN A RADIOCOMMUNICATION SYSTEM WITH CDMA SUBSCRIBER SEPARATION AND VARIABLE SPREAD FACTORS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR DATENÜBERTRAGUNG IN EINEM FUNK-KOMMUNIKATIONSSYSTEM MIT CDMA-TEILNEHMERSEPARIERUNG UND VARIABLEN SPREIZFAKTOREN

(57) Abstract

According to the invention, reference is made to a predefinable maximum spread factor when several signals have varying spread factors. Several virtual spread codes are formed on the receiving end for one signal with a spread factor that is lower than the maximum spread factor, whereby said virtual spread codes respectively and solely refer to individual symbols or groups of symbols of the signal. The virtual spread codes are used as a basis for the evaluation of the signal since the signal is detected with the virtual spread codes. The results of the detection carried out with the virtual spread codes are then combined with the data flow of the signal on the receiving end.

(57) Zusammenfassung

Erfindungsgemäss wird bei mehreren Signalen mit unterschiedlichen Spreizfaktoren Bezug auf einen vorgebbaren maximalen Spreizfaktor genommen. Empfangsseitig werden für ein Signal mit einem Spreizfaktor, der kleiner als der maximale Spreizfaktor ist, mehrere virtuelle Spreizcodes gebildet, die jeweils nur auf einzelne Symbole oder Symbolgruppen des Signals bezogen sind. Diese virtuellen Spreizcodes sind die Basis der weiteren Auswertung dieses Signals, denn die Detektion dieses Signals wird mit den virtuellen Spreizcodes durchgeführt. Die Detektionsergebnisse der Detektion mit den virtuellen Spreizcodes werden anschliessend zum empfangsseitigen Datenstrom des Signals aneinandergereiht.

c1 SF=16	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16
c2 SF=16	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16
c3 SF=16	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16
c4 SF=16	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16
c5 SF=4	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	c14	c15	c16
cv	c5	c5	c5	c5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cv	0	0	0	0	c5	c5	c5	c5	0	0	0	0	0	0	0	0
cv	0	0	0	0	0	0	0	0	c5	c5	c5	c5	0	0	0	0
cv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	c5	c5	c5	c5

c51 c52 c53 c54

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauritanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikations-
system mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen Spreiz-
faktoren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Datenübertragung und
ein Funk-Kommunikationssystem mit CDMA-Teilnehmerseparierung
und variablen Spreizfaktoren.

10

In Funk-Kommunikationssystemen werden Daten (beispielsweise
Sprache, Bildinformation oder andere Daten) mit Hilfe von
elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle über-
tragen. Die Funkschnittstelle bezieht sich auf eine Verbin-
dung zwischen einer Basisstation und Teilnehmerstationen,
wobei die Teilnehmerstationen Mobilstationen oder ortsfeste
Funkstationen sein können. Das Abstrahlen der elektromagne-
tischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem
für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen.

15

Für zukünftige Funk-Kommunikationssysteme, beispielsweise das
UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) oder andere
Systeme der 3. Generation, sind Frequenzen im Frequenzband
von ca. 2000 MHz vorgesehen.

20

Aus SMG L1 Expert Group, Tdoc 120/98, Bocholt, vom 18-20. Mai
1998, S.16-19, ist es bekannt, daß für zukünftige Funk-Kom-
munikationssysteme eine Funkschnittstelle vorgesehen ist, die
in einem Frequenzband eine gleichzeitige Übertragung mehrerer
Signale vorsieht, deren Datensymbole durch Spreizcodes ge-
spreizt sind. Dieses Verfahren wird als CDMA (code division
multiple access) bezeichnet, denn es gestattet dem Empfänger,
anhand der Spreizcodes die Signale wieder zu trennen und die
Datensymbole der unterschiedlichen Datenströme zu detektie-
ren.

30

Das CDMA-Übertragungsverfahren ermöglicht eine störresistente
Übertragung mit leichter Anpassung der Datenrate einer Ver-

bindung durch Zuordnung einer oder mehrerer Spreizkodes bzw. durch Veränderung des Spreizfaktors.

Durch die Verwendung von unterschiedlichen Spreizfaktoren ergibt sich jedoch auf der Empfangsseite das Problem, unterschiedliche Symbol- und Datenraten aufzulösen und flexibel auf Veränderungen des Spreizfaktors zur reagieren. Dazu sind z.Z. noch keine adäquanten Lösungsmöglichkeiten bekannt. Das Verfahren mit dem Merkmalen des Anspruchs 1 und die Empfangs-
5 einrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 sind Lösungsmöglichkeiten für dieses Problem. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Erfindungsgemäß wird bei mehreren Signalen mit unterschiedlichen Spreizfaktoren Bezug auf einen vorgebbaren maximalen Spreizfaktor genommen. Empfangsseitig werden für ein Signal mit einem Spreizfaktor, der kleiner als der maximale Spreizfaktor ist, mehrere virtuelle Spreizkodes gebildet, von denen jeder einzelne nur bestimmte Symbole oder Symbolgruppen aus mehreren zusammenhängenden Symbolen aus dem Empfangsdatenstrom detektiert. Wird der maximale Spreizfaktor durch den kleineren, dem virtuellen Spreizkode entsprechenden Spreizfaktor geteilt, ergibt sich die Anzahl der virtuellen Spreizkodes, die zur Detektion des Signals mit kleinem Spreizfaktor
20 benutzt werden sollten. Diese virtuellen Spreizkodes sind die Basis der weiteren Auswertung dieses Signals, denn die Detektion dieses Signals wird mit den virtuellen Spreizkodes durchgeführt. Die Detektionsergebnisse der Detektion mit den virtuellen Spreizkodes werden anschließend zum empfangsseitigen Datenstrom des entsprechenden Signals aneinandergereiht.

Nicht alle Symbole eines Datenstroms werden also in einem Detektionskanal ausgewertet, sondern es findet eine symbol- oder symbolgruppenweise Aufteilung des Datenstroms auf mehrere virtuelle Kanäle möglichst gleicher Datenrate statt.
35 Damit kann für Kanäle mit unterschiedlichen Spreizfaktoren

und damit unterschiedlichen Datenraten trotzdem eine einheitliche Detektion mit gleicher Datenrate in den Kanälen nachgebildet werden.

- 5 Damit kann auch unabhängig von den tatsächlich verwendeten Spreizfaktoren mit einer einheitlichen Symbolrate das Empfangssignal für alle enthaltenen Signale ausgewertet werden. Die Empfangseinrichtung wird auf die maximale Signalzahl und den maximalen Spreizfaktor dimensioniert, kann aber mit geringsten Anpassungen problemlos eine geringere Anzahl von
10 Signalen verarbeiten, die jedoch zumindest teilweise einen geringeren Spreizfaktor verwenden.

- Diese Lösung ist prinzipiell für jede Art von CDMA-Detektoren
15 geeignet, d.h. für Rake-Empfänger ebenso wie für Detektoren mit gemeinsamer Detektion. Eine solche Lösung ist besonders leicht zu implementieren.

- Nach vorteilhaften Weiterbildungen der Erfindung kann eine
20 Modifizierung der virtuellen Spreizcodes auch Codehopping oder Kodescrambling (entsprechend einer W-CDMA Übertragung nach SMG L1 Expert Group, Tdoc 120/98, Bocholt, vom 18-20. Mai 1998) unterstützen. Hier sind die virtuellen Spreizcodes so gewählt, daß für jedes Symbol oder eine Symbolgruppe ein
25 anderer Spreizkode mit kleinem Spreizfaktor angenommen werden kann.

- Durch Scrambling werden besonders bei kurzen Spreizcodes (kleiner Spreizfaktor) Diversitätseffekte ausgenutzt. Beim
30 Scrambling werden die Chips der Spreizcodes verändert. Dies kann mit modulo 2 Operationen, durch allgemeine Multiplikation mit einer Folge sowie komplex- oder reellwertig geschehen. Nach Ablauf einer Scramblingperiode werden die Chips der Spreizcodes in gleicher Weise verändert. Ist die Scrambling-
35 periode gleich der Spreizkodelänge, dann ändern sich die Spreizcodes effektiv nicht. Ist die Periode länger als die Symbollänge, ändert der Spreizkode von Symbol zu Symbol, so

- daß sich der Zyklus über mehrere Symbole, über einen Zeitschlitz (W-CDMA Vorschlag) oder über einen Rahmen und darüber hinaus erstrecken kann. Ist die Scramblingperiode genau so lang wie der maximale Spreizfaktor, so ergibt sich ein besonderer Vorteil. So kann der Detektor nicht nur unter der Berücksichtigung von gleichen Spreizcodes für den maximalen Spreizfaktor aufwandsgünstig detektieren, sondern auch mit demselben Aufwand das Scrambling der Spreizcodes mit kleinem Spreizfaktor berücksichtigen.
- 10 Werden wie zum Beispiel, wie bei W-CDMA, nur Spreizfaktoren bzw. Kodelängen oder Symbollängen zugelassen, die durch Division mit ganzen Zahlen aus dem maximalen Spreizfaktor hervorgehen, können immer in der oben beschriebenen Art und
- 15 Weise virtuelle Spreizcodes mit und ohne Berücksichtigung von Scrambling verwendet werden.

Um unabhängig von der momentanen Zuweisung von Spreizcodes zu Verbindungen eine Detektionseinrichtung entwickeln zu können, wird vorgeschlagen, daß eine Detektionseinrichtung für eine Anzahl von Kanälen dimensioniert wird, die der Anzahl von Kanälen mit dem maximalen Spreizfaktor entspricht, wobei zur Verarbeitung von Signalen mit unterschiedlichen Spreizfaktoren eine Detektion auf der Basis von virtuellen Spreizcodes erfolgt. Dies ist besonders wichtig, wenn die Detektionseinrichtung eine gemeinsame Detektion (joint detection nach DE 41 21 356 A1) mit einer Eliminierung zumindest eines Störsignals durchführt.

- 30 Eine weitere Verbesserung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die auch ohne die virtuellen Spreizcodes einsetzbar ist, ergibt sich, wenn beachtet wird, daß sich die Datensymbole zu einem Empfangssignal zumindest teilweise überlagern. Dies gilt sowohl für die Intersymbolinterferenzen (ISI) als auch
- 35 für die Interferenzen zwischen den Teilnehmersignalen (MAI). Es wird das Empfangssignal abgetastet und eine Empfangsmatrix aufgestellt. Weiterhin wird eine Systemmatrix mit signalindi-

viduellen auf Kanalimpulsantworten bezogenen Werten nach einer Bandstruktur belegt.

Benachbarte Positionen in der Systemmatrix werden derart be-
legt, daß sich die signalindividuellen Werte der verschiede-
nen Signale abwechseln und die belegten Positionen entspre-
chend der Überlagerungen zwischen den Symbolen ausgerichtet
sind. Zwischen zwei Werten eines Teilnehmersignals mit einem
großen Spreizfaktor werden gemäß des Spreizfaktorverhältnis-
ses Werte eines Teilnehmersignals mit kleinem oder gleichem
Spreizfaktor angeordnet. Für die Teilnehmersignale mit dem
kleineren Spreizfaktor sind entsprechend mehr beieinanderlie-
gende Positionen vorgesehen. Es wird daraufhin eine lineare
Detektion für die Datensymbole der zumindest zwei Datenströme
durch eine Verknüpfung der Systemmatrix und der Empfangs-
matrix durchgeführt.

Damit wird gegenüber der in der Literatur, siehe A.Klein,
"Multi-user detection of CDMA signals - algorithms and their
application to cellular mobile radio", VDI Verlag, 1996,
S.38-43, eine verbesserte Bandstruktur erreicht und den An-
forderungen variabler Spreizcodes entsprochen. Die Verwendung
unterschiedlicher Spreizfaktoren führt zu einer größeren An-
zahl von Interferenzen zwischen Symbolen unterschiedlicher
Teilnehmersignale. Die erfindungsgemäße Aufstellung der Sy-
stemmatrix trägt dazu bei, trotz dieser Interferenzen auf-
wandsgünstig zu detektieren. Wird eine solche optimierte
Detektion durchgeführt, so ergeben sich kürzere Rechenzeiten,
die es erlauben, den Detektor in einem "Idle-Mode" zu schal-
ten. Dadurch wird der Stromverbrauch und/oder die Wärmeabgabe
des Gerätes gesenkt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der beilie-
genden Zeichnungen näher erläutert.

35

Dabei zeigen

- Fig 1 eine schematische Darstellung eines Funk-Kommunikationssystems,
Fig 2 eine Sendeeinrichtung,
Fig 3 eine Empfangseinrichtung, und
5 Fig 4, 5 eine Zerlegung von Spreizcodes in virtuelle Spreizcodes.

Das in Fig 1 dargestellte Mobilfunksystem als Beispiel eines Funk-Kommunikationssystems besteht aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC, die untereinander vernetzt sind bzw. den Zugang zu einem Festnetz PSTN herstellen. Weiterhin sind diese Mobilvermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einer Einrichtung RNM zum Zuteilen von funktechnischen Ressourcen verbunden. Jede dieser Einrichtungen RNM ermöglicht
15 wiederum eine Verbindung zu zumindest einer Basisstation BS.

Eine solche Basisstation BS kann über eine Funkschnittstelle eine Verbindung zu Teilnehmerstationen, z.B. Mobilstationen MS oder anderweitigen mobilen und stationären Endgeräten aufbauen. Durch jede Basisstation BS wird zumindest eine Funkzelle gebildet. In Fig 1 sind Verbindungen zur Übertragung von Nutzinformationen zwischen einer Basisstation BS und Mobilstationen MS dargestellt.

25 Ein Operations- und Wartungszentrum OMC realisiert Kontroll- und Wartungsfunktionen für das Mobilfunksystem bzw. für Teile davon. Die Funktionalität dieser Struktur ist auf andere Funk-Kommunikationssysteme übertragbar, in denen die Erfindung zum Einsatz kommen kann, insbesondere für Teilnehmerzugangsnetze mit drahtlosem Teilnehmeranschluß.
30

Bei einem CDMA-Übertragungsverfahren kommt eine Senderstruktur nach Fig 2 zu Einsatz. Über die Funkschnittstelle sollen K Datenströme übertragen werden. Es wird eine Kanalkodierung, eine Verwürfelung (interleaving), eine Modulation und eine
35 Spreizung (spreading) der Daten durchgeführt. Die Spreizung wird mit individuellen Spreizcodes c1..c5 ausgeführt, die

eine Unterscheidung von Teilnehmersignalen innerhalb des Signalgemischs zuläßt. Anschließend werden die einzelnen Teilnehmersignale aufsummiert und mit dem Summensignal ein Funkblock gebildet. Die Funkblockbildung bezieht sich vor allem auf ein Übertragungssystem mit "burstartigem" Senden. Zum kontinuierlichen Senden, wie im W-CDMA-Betrieb, werden innerhalb der Funkblockbildung die Daten eines Zeitschlitzes (slot) zusammengestellt. Daraufhin wird das Signal in einem Chipimpulsfilter gefiltert und in einem D/A-Wandler in ein analoges Signal umgewandelt, das verstärkt und über Antennen AT abgestrahlt werden kann.

Die korrespondierende Struktur einer Empfangseinrichtung ist aus Fig 3 ersichtlich. Nachdem die Signale bei der empfangenden Funkstation über die dortige Antenne AT empfangen, anschließend verstärkt und ins Basisband umgewandelt wurden, findet eine Abtastung des Empfangssignals und eine A/D-Wandlung statt, so daß das Empfangssignal einem digitalen Tiefpaß zugeführt werden kann. Das digitalisierte Signal wird nun parallel einem Kanalschätzer KS und einer Detektionseinrichtung DE zugeführt. Dabei wird für die folgende Betrachtung angenommen, daß das Empfangssignal in Form einer Empfangsmatrix e vorliegt, wobei

$$e = A \cdot d + n \text{ gilt.}$$

A beschreibt eine Systemmatrix, d gibt die zu detektierenden Daten in Matrixform an und n ist eine den Rauschanteil enthaltende Matrix.

30

Im Kanalschätzer KS werden Trainingssequenzen, die im Empfangssignal verzerrt vorhanden sind, mit im Empfänger vorliegenden unverzerrten Trainingssequenzen verglichen und aus dem Vergleich Kanalimpulsantworten bestimmt, die teilnehmerindividuell den Übertragungskanal beschreiben. Mit Hilfe der Kanalimpulsantworten wird die Systemmatrix A aufgestellt. Die Systemmatrix A enthält auf die individuellen Kanalimpulsant-

worten bezogene Werte, die auch als kombinierte Kanalimpulsantwort bezeichnet werden. Die kombinierte Kanalimpulsantwort entsteht durch eine Faltung des Spreizkodes c mit der zugehörigen Kanalimpulsantwort individuell für jedes Teilnehmer-signal.

Beim einen Rake-Empfänger wird mathematisch gesehen auch mit einer Systemmatrix A gearbeitet. Hier sind in den Kanalimpulsantworten nur bestimmte, den Fingern des Rake-Empfängers entsprechende, Pfade berücksichtigt. Dies läßt sich auch auf auf dem Rake-Empfänger basierende Mehrnutzerdetektion verallgemeinern.

Die benötigten Informationen über den Mobilfunkkanal können nicht nur aus Pilotsymbolen, Mitt- oder Präambeln usw. gewonnen werden, sondern auch, wie in der Aufwärtsstecke von IS-95, aus den übertragenen Symbolen selbst.

Wird von zwei Signalen mit Spreizfaktoren $SF=3$ und $SF=6$ ausgegangen, wobei für beide die Kanalimpulsantwort eine Länge von vier Elementen hat, so ergibt sich für das erste Signal ($SF=6$) ein Vektor b^1 der Länge $9 = 6 + 4 - 1$, und zweite Signal ($SF=3$) ein Vektor b^2 der Länge $6 = 3 + 4 - 1$.

Der Vektor b beschreibt jeweils das Ergebnis der individuellen Faltung von Spreizkode c mit der Kanalimpulsantwort. Dieser Vektor gibt die Antwort des Übertragungskanals auf eine gesendete "1" wieder. Mit diesen Vektoren b^1 und b^2 wird nun die Systemmatrix A folgendermaßen belegt.

$$A = \begin{pmatrix} b_1^1 & b_1^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_2^1 & b_2^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_3^1 & b_3^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_4^1 & b_4^2 & b_1^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_5^1 & b_5^2 & b_2^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_6^1 & b_6^2 & b_3^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_7^1 & 0 & b_4^2 & b_1^1 & b_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ b_8^1 & 0 & b_5^2 & b_2^1 & b_2^2 & 0 & \dots & 0 \\ b_9^1 & 0 & b_6^2 & b_3^1 & b_3^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_4^1 & b_4^2 & b_1^2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Durch die abwechselnde Anordnung von Vektoren b^1 und b^2 , wobei der Vektor b^2 aufgrund des kleiner Spreizfaktor häufiger benutzt wird, wird eine Bandstruktur der Systemmatrix A erreicht, auch wenn unterschiedlich Spreizfaktoren SF verwendet werden.

Die kombinierten Kanalimpulsantworten der Symbole, zwischen denen Interferenzen möglich sind - dies sind sowohl aufeinanderfolgende Symbole eines Signals als auch Symbole unterschiedlicher aber gleichzeitig übertragener Teilnehmersignale -, befinden sich in benachbarten Positionen der Systemmatrix A. Es sei angemerkt, daß für obenstehendes Beispiel die erste und zweite, die vierte und fünfte usw. Spalte auch vertauscht werden können. Im allgemeinen ist beim Aufstellen der Systemmatrix A sicherzustellen, daß die kombinierten Kanalimpulsantworten der interferierende Symbole dicht beieinander stehen und die Anzahl der zu reservierenden Positionen in der Systemmatrix A für die Signale im umgekehrten Verhältnis ihrer Spreizfaktoren steht.

In der Detektionseinrichtung DE wird entsprechend dem Ausführungsbeispiel eine gemeinsame Detektion durchgeführt, wobei jedoch auch jeder andere lineare Empfänger, z.B. mit Entscheidungsrückführung (decision feedback) oder andere Mehr-

teilnehmerdetektoren, verwendet werden können. Durch die Bandstruktur der Systemmatrix A wird bei diesen Detektoren hierbei eine Matrixinversion, z.B. durchgeführt z.B. durch eine Cholesky-Zerlegung, erheblich erleichtert.

5

Dabei ist die Gleichung

$$\hat{d} = (A^T A)^{-1} A^T e$$

- 10 aufzulösen, wobei \hat{d} die geschätzten Datensymbole sind. Die detektierten Daten werden daraufhin demoduliert, entwürfelt (deinterleaving) und kanaldekodiert, so daß wiederum getrennte Datenströme 1 bis K vorliegen.
- 15 Weitere Einzelheiten sind J.Mayer, J.Schlee, T.Weber, "Real-time feasibility of Joint Detection CDMA", Proceedings of the 2nd European Personal Mobile Communications Conference, Bonn, S.245-252, Sept. 1997, zu entnehmen.
- 20 Auf die Datendetektion wird nun im Zusammenhang von Fig 4 und 5 eingegangen. Es wird dabei davon ausgegangen, daß der maximale Spreizfaktor SFmax=16 ist und die Detektionseinrichtung auf maximal acht parallel zu verarbeitende Teilnehmersignale ausgelegt ist. So ergibt sich eine Maximallast von:

25

$$L_{\max} = 8 * 1/SF_{\max}.$$

Die aktuelle Last wird angegeben mit

30

$$L = \sum_{k=1}^K \frac{1}{SF_k}.$$

- Für das folgende Beispiel werden über die Funkschnittstelle gleichzeitig fünf Verbindungen mit den Spreizcodes c1 bis c5 versorgt. Vier Verbindungen benutzen die Grunddatenrate und
- 35 haben einen Spreizfaktor von SF=16, währenddessen die fünfte

Verbindung mit vierfacher Datenrate und einem Spreizfaktor von $SF=4$ betrieben wird. Damit ist die Maximallast erreicht.

Jeder Spreizkode c_1 bis c_4 besteht aus 16 Chips, wobei nach
5 Fig 4 für die vier Verbindungen mit den Spreizkodes $c_1..c_4$ die 16 Chips frei gewählt sind, so daß sich möglichst zueinander orthogonale Spreizkodes ergeben. Der fünfte Spreizkode c_5 , dessen Grundsymbol nur aus vier Chips besteht, wird also innerhalb der 16 Chips viermal wiederholt. Damit wird aller-
10 dings auch die vierfache Datenmenge übertragen, in dem in Fig 4 dargestellten Zeitintervall also vier Symbole.

Entsprechend dem Ausführungsbeispiel wird jeder der vier im dargestellten Zeitintervall aufeinanderfolgenden Spreizkodes
15 c_5 einem virtuellen Spreizkodes vc zugeordnet und für die übrigen Stellen der Wert "0" eingefügt. Eine Überlagerung der virtuellen Spreizkodes vc ergibt wieder die Abfolge der ursprünglichen Spreizkodes c_5 . Nach den vier dargestellten Symbolen der Fig 4 wiederholt sich die Aufteilung in vir-
20 tuelle Spreizkodes vc , so daß z.B. der den ersten virtuellen Kanal bildende virtuelle Spreizkode c_{51} somit das 1., 5., 9. usw. Symbol detektiert.

Es sei angemerkt, daß auch eine Symbolgruppe aus mehreren,
25 z.B. zwei Symbolen - entspricht 8 Chips, einem virtuellen Spreizkode zugeordnet werden kann. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn keine Verbindung mit dem maximalen Spreizfaktor SF_{max} betrieben wird.

30 Insgesamt verarbeitet die Detektionseinrichtung DE nun acht Kanäle mit der Grunddatenrate, obwohl unterschiedliche Spreizfaktoren SF verwendet werden. Änderungen der Spreizfaktoren SF können sehr leicht im Empfänger nachvollzogen werden. Eine Realisierung der Empfangseinrichtung durch einen
35 anwendungsspezifischen Schaltkreis (ASIC) wird dadurch ermöglicht.

Je nachdem, wie die Konstellation der Spreizcodes c auch sein mag, die Detektionseinrichtung DE kann fest für die beispielsweise acht, mitunter virtuellen, Kanäle dimensioniert werden. Die acht, mitunter virtuellen, zu den Kanälen gehö-

5 renden Spreizcodes c werden frei einstellbar gehalten. Die Detektionsergebnisse der Detektion mit den zum Spreizcode c_5 gehörenden virtuellen Spreizcodes werden anschließend zum empfangseitigen Datenstrom des betreffenden Teilnehmersignals aneinandergereiht.

10

Eine zusätzliche Verbesserung ergibt sich nach Fig 5. Dabei werden für den fünften Spreizcode c_5 nicht viermal die gleiche Chipfolge gewählt, sondern vier unterschiedliche Spreizcodes c_{51} , c_{52} , c_{53} , c_{54} . Diese können zyklisch verändert,

15 z.B. ringförmig getauscht oder entsprechend einer Sprungsequenz verändert werden, so daß sich ein zusätzlicher Kode-Diversitätsgewinn durch Scrambling ergibt. Die Sprungsequenz wird zum Verbindungsaufbau vereinbart und kann während der Verbindung modifiziert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen Spreizfaktoren, bei dem
- in einem Kanal gleichzeitig Signale von zumindest zwei Datenströmen mit durch Spreizcodes (c) gespreizten Datensymbolen übertragen werden, wobei für die Signale unterschiedliche Spreizfaktoren (SF) einstellbar sind, die kleiner oder gleich einem maximalen Spreizfaktor (SFmax) sind,
 - empfangsseitig die Signale mit Hilfe der Spreizcodes (c) detektiert werden, dadurch gekennzeichnet,
 - daß empfangsseitig für ein Signal mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SFmax) ist, mehrere virtuelle Spreizcodes (cv) gebildet werden, die jeweils nur auf einzelne Symbole oder Symbolgruppen des Signals bezogen sind,
 - die Detektion dieses Signals mit den virtuellen Spreizcodes (cv) durchgeführt wird, und
 - die Detektionsergebnisse mit den virtuellen Spreizcodes (cv) zum empfangsseitigen Datenstrom des Signals mit dem kleineren Spreizfaktor aneinandergereiht werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein Spreizcode (c) mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SFmax) ist, von Symbol zu Symbol oder von Symbolgruppe zu Symbolgruppe geändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die Änderung des Spreizcode (c) der Aufteilung in virtuelle Spreizcodes (cv) entspricht.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem die Länge der virtuellen Spreizcodes (cv) der Symbollänge des maximalen Spreizfaktors entspricht.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem eine Detektionseinrichtung (DE) für eine Anzahl von Kanälen dimensioniert wird, die der Anzahl von Kanälen mit dem maximalen Spreizfaktor (SFmax) entspricht, wobei zur Verarbeitung von Signalen mit unterschiedlichen Spreizfaktoren eine Detektion auf der Basis von virtuellen Spreizcodes erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Detektionseinrichtung (DE) eine gemeinsame Detektion mit Eliminierung zumindest eines Störsignals durchführt.

7. Verfahren einem der vorherigen Ansprüche, bei dem

- sich die Datensymbole zu einem Empfangssignal zumindest teilweise überlagern,
- das Empfangssignal abgetastet und eine Empfangsmatrix (e) aufgestellt wird,
- eine Systemmatrix (A) mit auf signalindividuelle Kanalimpulsantworten bezogenen Werten nach einer Bandstruktur belegt wird, wobei benachbarte Positionen in der Systemmatrix (A) derart belegt werden, daß sich die Werte der verschiedenen Signale abwechseln und die belegten Positionen entsprechend der Überlagerungen zwischen den Symbolen ausgerichtet sind, wobei für die Signale mit dem kleineren Spreizfaktor entsprechend mehr beieinanderliegende Positionen vorgesehen sind,
- eine lineare Detektion für die Datensymbole der zumindest zwei Datenströme durch eine Verknüpfung der Systemmatrix (A) und der Empfangsmatrix (e) durchgeführt wird.

30

8. Empfangseinrichtung für ein Funk-Kommunikationssystem, der zumindest eine Antenne (AT) zum Empfangen eines Empfangssignals zugeordnet ist,

mit einem Kanalschätzer (KS) zum Bestimmen von signalindividuellen Kanalimpulsantworten von zumindest zwei Signalen gleichzeitig übertragener Datenströme mit durch Spreizcodes (c) gespreizter Datensymbole, wobei für die Signale unter-

35

15

schiedliche Spreizkodes (SF) einstellbar sind, die kleiner als ein maximaler Spreizfaktor (SFmax) sind, mit einer Detektionseinrichtung (DE) zum Detektieren der Signale mit Hilfe der Spreizkodes, wobei

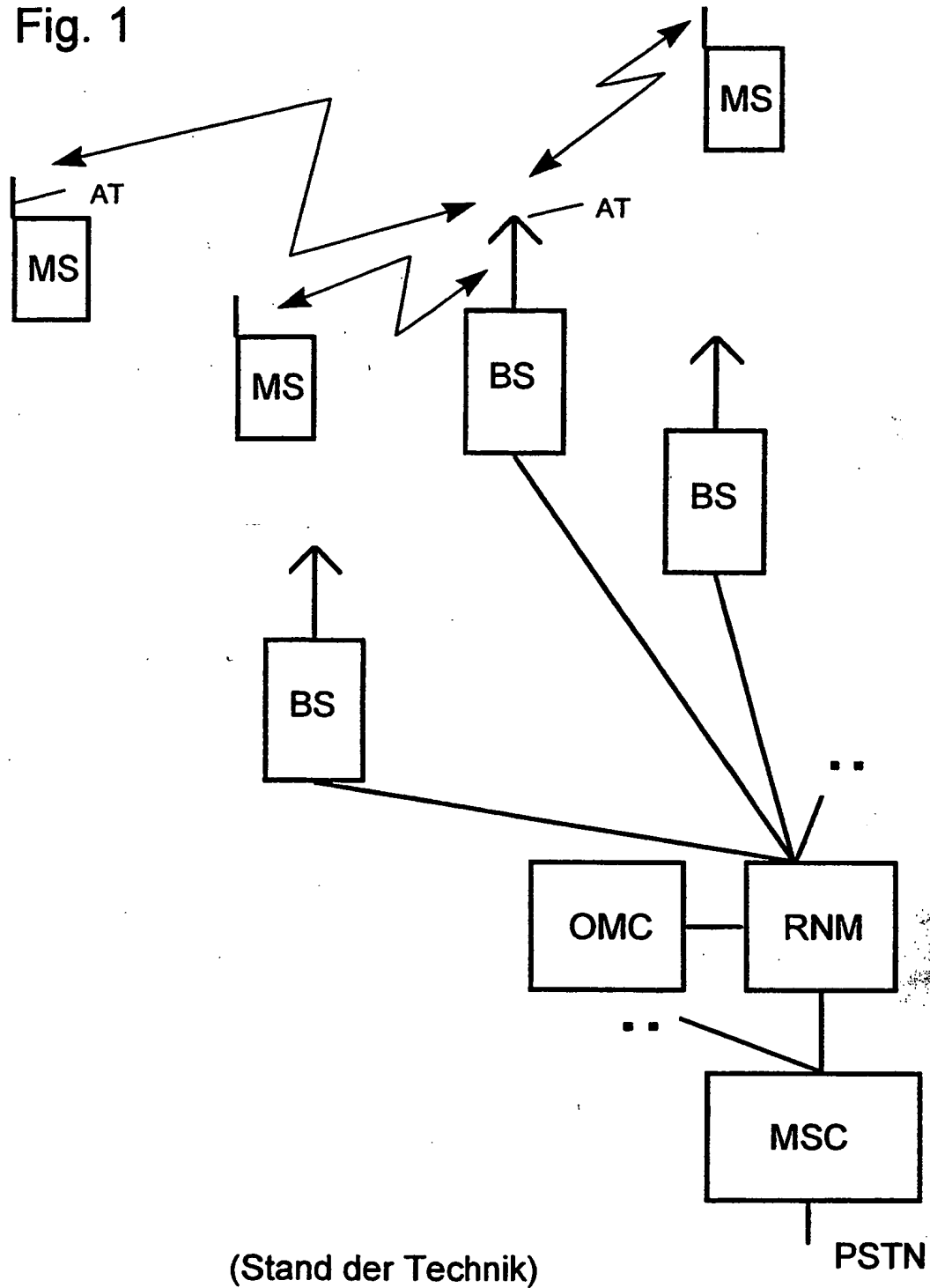
- 5 - für ein Signal mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SFmax) ist, mehrere virtuelle Spreizkodes (cv) gebildet werden, die jeweils nur auf einzelne Symbole oder Symbolgruppen des Signals bezogen sind,
- die Detektion dieses Signals mit den virtuellen Spreizkodes
- 10 (cv) durchgeführt wird, und
- die Detektionsergebnisse mit den virtuellen Spreizkodes (cv) zum empfangsseitigen Datenstrom des Signals mit dem kleineren Spreizfaktor aneinandergereiht werden.

15

20

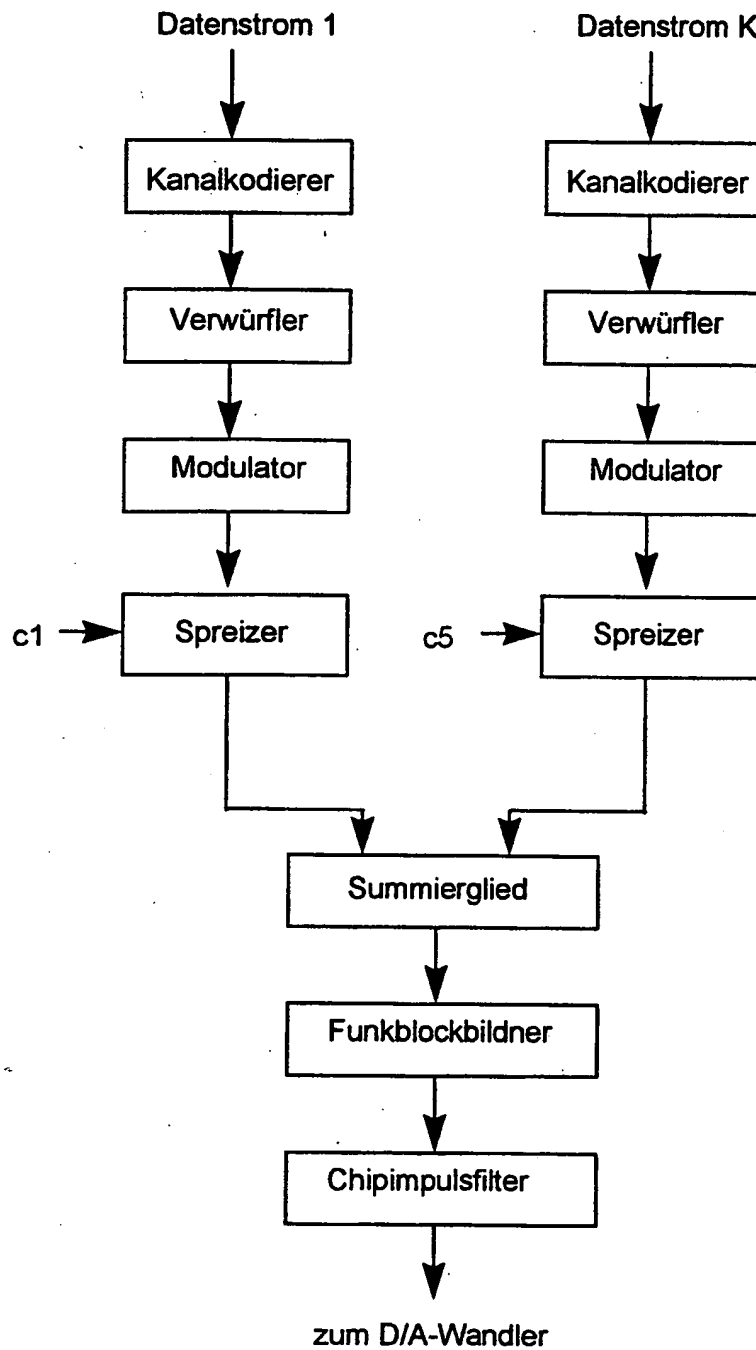
1/5

Fig. 1



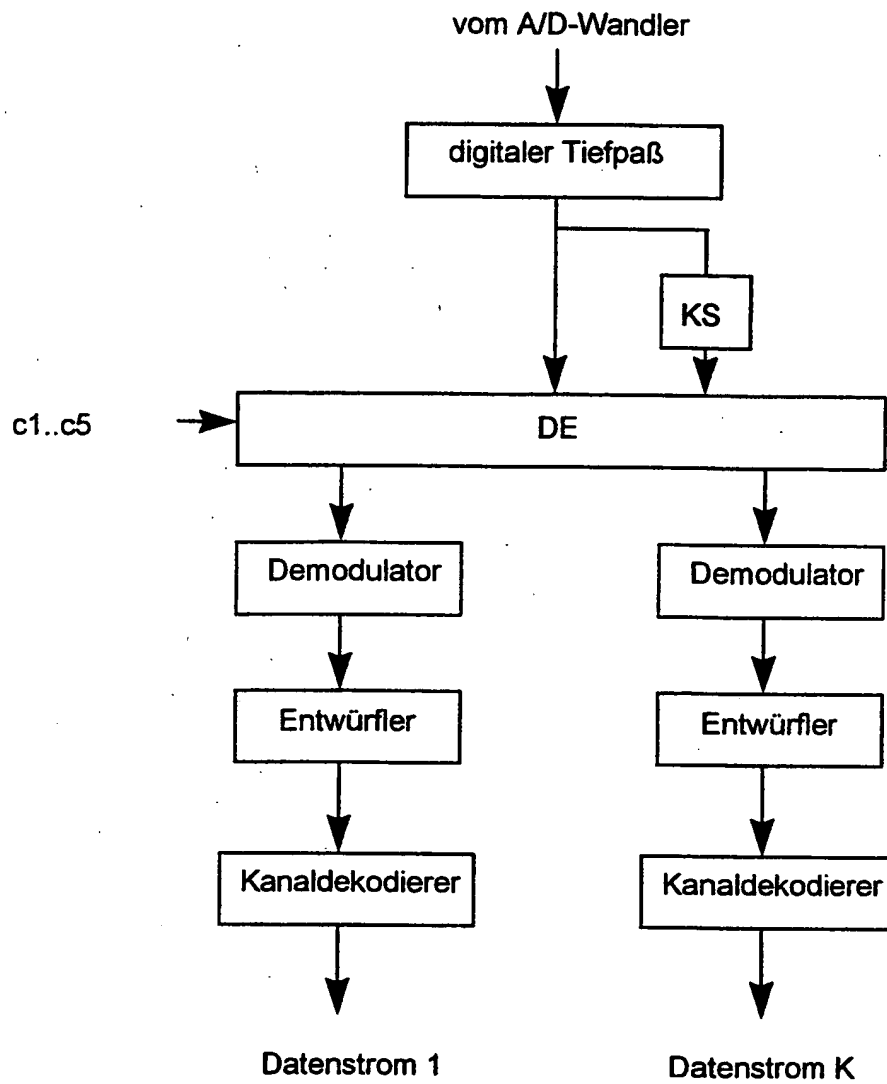
2/5

Fig. 2



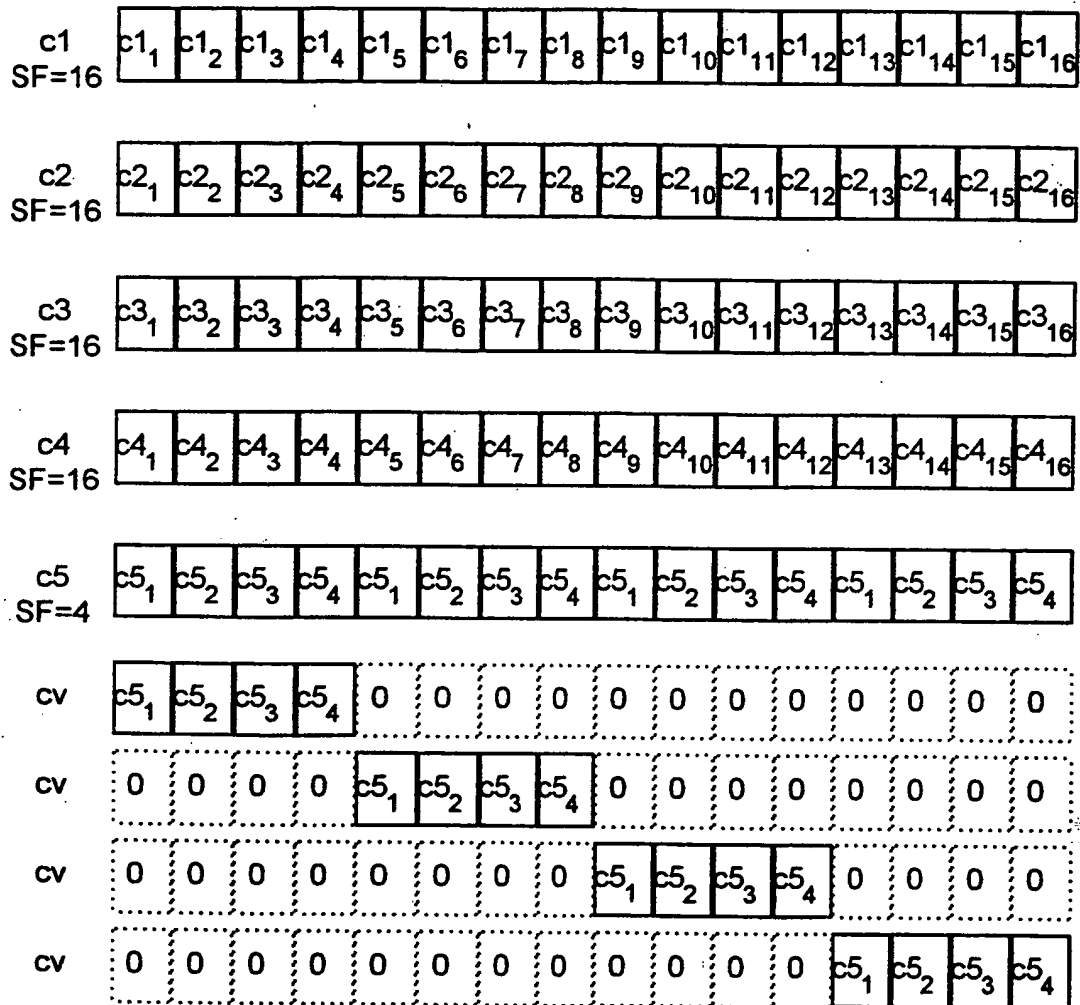
3/5

Fig. 3



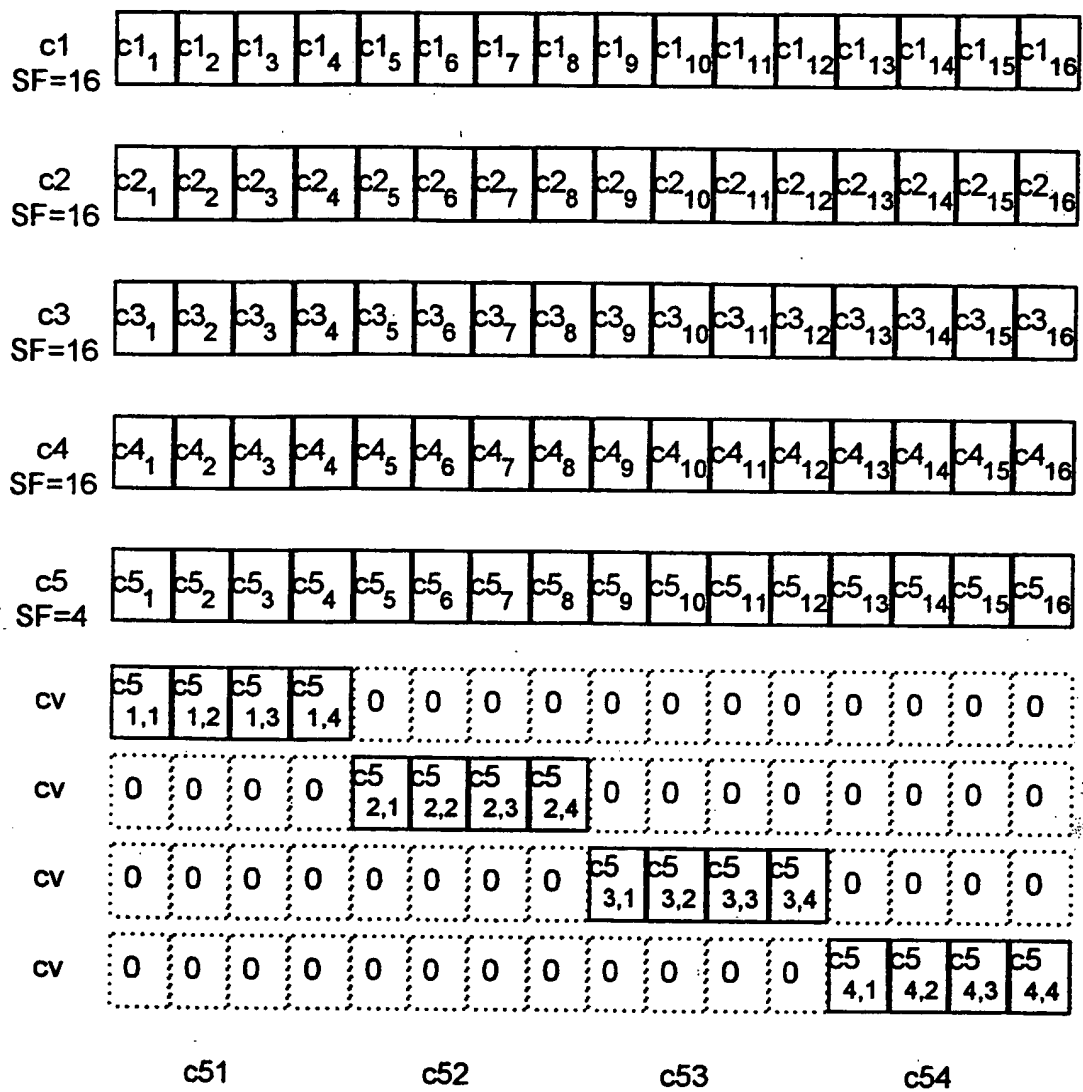
4/5

Fig. 4



5/5

Fig. 5



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

für nat. Phase
13.5.01
PCT
internationale Phase einleiten in EP, CH, JP, US
MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNGSBERICHTS *hier*

An: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Postfach 22 16 34 80506 München ALLEMAGNE	ZT GG VM Mch P/Ri Eing. 10. Juli 2000 GR Frist
--	---

Absendedatum (Tag/Monat/Jahr)	07.07.2000
----------------------------------	------------

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts GR 98 P 8170 P	WICHTIGE MITTEILUNG
---	----------------------------

Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/03614	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 12/11/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 13/11/1998
--	---	--

Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.


1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Mader, D Tel. +49 89 2399-2744
---	--



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts GR 98 P 8170 P	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/03614	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 12/11/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 13/11/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04B1/707		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
- ☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).
- Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 29/03/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 07.07.2000
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Ernst, C Tel. Nr. +49 89 2399 8958 

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/03614

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1-12 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

1-8 ursprüngliche Fassung

Zeichnungen, Blätter:

1/5-5/5 ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1 - 8
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1 - 8
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1 - 8
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen

siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

siehe Beiblatt

Punkt V

Anspruch 1

Beim Verfahren gemäß dem Anspruch 1 wird der Spreizkode (z.B. 16 Chips) in mehrere virtuellen Spreizkodes (oder Unterspreizkodes mit z.B. vier virtuelle Spreizkodes mit jeweils 4 Chips) aufgeteilt.

Da nicht alle Symbole eines Datenstroms in einem Detektionskanal ausgewertet werden, findet eine symbol- oder symbolgruppenweise Aufteilung des Datenstroms auf mehrere virtuelle Kanäle gleicher Datenrate statt.

Damit kann für Kanäle mit unterschiedlichen Spreizfaktoren und mit unterschiedlichen Datenraten trotzdem eine einheitliche Detektion mit gleicher Datenrate in den Kanälen nachgebildet werden.

Das Benutzen von Unterkodes oder virtuelle Spreizkodes sind in den Dokumenten des Recherchenberichts weder bekannt noch erwähnt.

Somit erfüllt der Anspruch 1 die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

Ansprüche 2 bis 7

Diese abhängigen Ansprüche offenbaren weitere Verfahrensschritte des Verfahrens gemäß dem Anspruch 1.

Somit erfüllen diese Ansprüche im Zusammenhang mit dem Anspruch 1 die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

Anspruch 8

Die Feststellung bezüglich des Verfahrensanspruchs 1 übertragen sich ohne weiteres auf den Vorrichtungsanspruch 8.

Somit erfüllt der Anspruch 8 die Erfordernisse der Artikel 33(2) und 33(3) PCT.

Punkt VII

Anspruch 3:

Ein "s" fehlt an " des Spreizkode".

Beschreibung Seite 11

Da in den Ansprüchen und in den Figuren die Bezugziffer "cv" für die virtuelle Spreizcodes benutzt wird, sollte auch in der Beschreibung diese Bezugziffer (und nicht "vc") verwendet werden.

09/531617
Translation
5060

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference GR98P8170P	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE99/03614	International filing date (<i>day/month/year</i>) 12 November 1999 (12.11.99)	Priority date (<i>day/month/year</i>) 13 November 1998 (13.11.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04B 1/707		
Applicant SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.
☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 29 March 2000 (29.03.00)	Date of completion of this report 07 July 2000 (07.07.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE99/03614

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-12, as originally filed,
 pages _____, filed with the demand,
 pages _____, filed with the letter of _____,
 pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. 1-8, as originally filed,
 Nos. _____, as amended under Article 19,
 Nos. _____, filed with the demand,
 Nos. _____, filed with the letter of _____,
 Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/5-5/5, as originally filed,
 sheets/fig _____, filed with the demand,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 99/03614

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability: citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

In the method according to Claim 1, the spreading code (16 chips, for example) is divided into a plurality of virtual spreading codes (or sub-spreading codes, for example, four virtual spreading codes, each of which has 4 chips).

Since not all of the symbols of a data flow are evaluated in a detection channel, the data stream is divided by symbol or symbol group into a plurality of virtual channels having the same data transfer rate.

Thus, for channels having different spread factors and different data transfer rates, it is possible nevertheless to reproduce in the channels uniform detection having the same data transfer rate.

The use of subcodes or virtual spreading codes is neither known from nor mentioned in the documents cited in the search report.

Therefore Claim 1 meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

Claims 2 to 7

These dependent claims disclose further method steps of the method according to Claim 1.

Therefore these claims, in conjunction with Claim 1, meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE 99/03614

Claim 8

The statement pertaining to method Claim 1 applies directly to device Claim 8.

Therefore Claim 8 meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

Claim 3:

The German term "des Spreizkode" is missing an "s" at the end.

Description, page 11:

Since the reference sign "cv" is used in the claims and in the figures for the virtual spreading code, the description should likewise use this reference sign (and not "vc").

Beschreibung

Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikations-
system mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen Spreiz-
5 faktoren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Datenübertragung und
ein Funk-Kommunikationssystem mit CDMA-Teilnehmerseparierung
und variablen Spreizfaktoren.

10

In Funk-Kommunikationssystemen werden Daten (beispielsweise
Sprache, Bildinformation oder andere Daten) mit Hilfe von
elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle über-
tragen. Die Funkschnittstelle bezieht sich auf eine Verbin-
15 dung zwischen einer Basisstation und Teilnehmerstationen,
wobei die Teilnehmerstationen Mobilstationen oder ortsfeste
Funkstationen sein können. Das Abstrahlen der elektromagne-
tischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem
für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen.

20

Für zukünftige Funk-Kommunikationssysteme, beispielsweise das
UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) oder andere
Systeme der 3. Generation, sind Frequenzen im Frequenzband
von ca. 2000 MHz vorgesehen.

25

Aus SMG L1 Expert Group, Tdoc 120/98, Bocholt, vom 18-20. Mai
1998, S.16-19, ist es bekannt, daß für zukünftige Funk-Kom-
munikationssysteme eine Funkschnittstelle vorgesehen ist, die
in einem Frequenzband eine gleichzeitige Übertragung mehrerer
Signale vorsieht, deren Datensymbole durch Spreizkodes ge-
30 spreizt sind. Dieses Verfahren wird als CDMA (code division
multiple access) bezeichnet, denn es gestattet dem Empfänger,
anhand der Spreizkodes die Signale wieder zu trennen und die
Datensymbole der unterschiedlichen Datenströme zu detektie-
ren.

35

Das CDMA-Übertragungsverfahren ermöglicht eine störresistente
Übertragung mit leichter Anpassung der Datenrate einer Ver-

bindung durch Zuordnung einer oder mehrerer Spreizkodes bzw. durch Veränderung des Spreizfaktors.

5 Durch die Verwendung von unterschiedlichen Spreizfaktoren ergibt sich jedoch auf der Empfangsseite das Problem, unterschiedliche Symbol- und Datenraten aufzulösen und flexibel auf Veränderungen des Spreizfaktors zu reagieren. Dazu sind z.Z. noch keine adäquanten Lösungsmöglichkeiten bekannt. Das Verfahren mit dem Merkmalen des Anspruchs 1 und die Empfangs-
10 einrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 sind Lösungsmöglichkeiten für dieses Problem. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

15 Erfindungsgemäß wird bei mehreren Signalen mit unterschiedlichen Spreizfaktoren Bezug auf einen vorgebbaren maximalen Spreizfaktor genommen. Empfangsseitig werden für ein Signal mit einem Spreizfaktor, der kleiner als der maximale Spreizfaktor ist, mehrere virtuelle Spreizkodes gebildet, von denen jeder einzelne nur bestimmte Symbole oder Symbolgruppen aus
20 mehreren zusammenhängenden Symbolen aus dem Empfangsdatenstrom detektiert. Wird der maximale Spreizfaktor durch den kleineren, dem virtuellen Spreizkode entsprechenden Spreizfaktor geteilt, ergibt sich die Anzahl der virtuellen Spreizkodes, die zur Detektion des Signals mit kleinem Spreizfaktor
25 benutzt werden sollten. Diese virtuellen Spreizkodes sind die Basis der weiteren Auswertung dieses Signals, denn die Detektion dieses Signals wird mit den virtuellen Spreizkodes durchgeführt. Die Detektionsergebnisse der Detektion mit den virtuellen Spreizkodes werden anschließend zum empfangsseitigen Datenstrom des entsprechenden Signals aneinandergereiht.
30

Nicht alle Symbole eines Datenstroms werden also in einem Detektionskanal ausgewertet, sondern es findet eine symbol-
35 oder symbolgruppenweise Aufteilung des Datenstroms auf mehrere virtuelle Kanäle möglichst gleicher Datenrate statt. Damit kann für Kanäle mit unterschiedlichen Spreizfaktoren

und damit unterschiedlichen Datenraten trotzdem eine einheitliche Detektion mit gleicher Datenrate in den Kanälen nachgebildet werden.

- 5 Damit kann auch unabhängig von den tatsächlich verwendeten Spreizfaktoren mit einer einheitlichen Symbolrate das Empfangssignal für alle enthaltenen Signale ausgewertet werden. Die Empfangseinrichtung wird auf die maximale Signanzahl und den maximalen Spreizfaktor dimensioniert, kann aber mit geringsten Anpassungen problemlos eine geringere Anzahl von
10 Signalen verarbeiten, die jedoch zumindest teilweise einen geringeren Spreizfaktor verwenden.

- Diese Lösung ist prinzipiell für jede Art von CDMA-Detektoren
15 geeignet, d.h. für Rake-Empfänger ebenso wie für Detektoren mit gemeinsamer Detektion. Eine solche Lösung ist besonders leicht zu implementieren.

- Nach vorteilhaften Weiterbildungen der Erfindung kann eine
20 Modifizierung der virtuellen Spreizcodes auch Codehopping oder Kodescrambling (entsprechend einer W-CDMA Übertragung nach SMG L1 Expert Group, Tdoc 120/98, Bocholt, vom 18-20. Mai 1998) unterstützen. Hier sind die virtuellen Spreizcodes so gewählt, daß für jedes Symbol oder eine Symbolgruppe ein
25 anderer Spreizcode mit kleinem Spreizfaktor angenommen werden kann.

- Durch Scrambling werden besonders bei kurzen Spreizcodes (kleiner Spreizfaktor) Diversitätseffekte ausgenutzt. Beim
30 Scrambling werden die Chips der Spreizcodes verändert. Dies kann mit modulo 2 Operationen, durch allgemeine Multiplikation mit einer Folge sowie komplex- oder reellwertig geschehen. Nach Ablauf einer Scramblingperiode werden die Chips der Spreizcodes in gleicher Weise verändert. Ist die Scrambling-
35 periode gleich der Spreizkodelänge, dann ändern sich die Spreizcodes effektiv nicht. Ist die Periode länger als die Symbollänge, ändert der Spreizcode von Symbol zu Symbol, so

daß sich der Zyklus über mehrere Symbole, über einen Zeitschlitz (W-CDMA Vorschlag) oder über einen Rahmen und darüber hinaus erstrecken kann. Ist die Scramblingperiode genau so lang wie der maximale Spreizfaktor, so ergibt sich ein besonderer Vorteil. So kann der Detektor nicht nur unter der Berücksichtigung von gleichen Spreizcodes für den maximalen Spreizfaktor aufwandsgünstig detektieren, sondern auch mit demselben Aufwand das Scrambling der Spreizcodes mit kleinem Spreizfaktor berücksichtigen.

10

Werden wie zum Beispiel, wie bei W-CDMA, nur Spreizfaktoren bzw. Kodelängen oder Symbolängen zugelassen, die durch Division mit ganzen Zahlen aus dem maximalen Spreizfaktor hervorgehen, können immer in der oben beschriebenen Art und Weise virtuelle Spreizcodes mit und ohne Berücksichtigung von Scrambling verwendet werden.

15

Um unabhängig von der momentanen Zuweisung von Spreizcodes zu Verbindungen eine Detektionseinrichtung entwickeln zu können, wird vorgeschlagen, daß eine Detektionseinrichtung für eine Anzahl von Kanälen dimensioniert wird, die der Anzahl von Kanälen mit dem maximalen Spreizfaktor entspricht, wobei zur Verarbeitung von Signalen mit unterschiedlichen Spreizfaktoren eine Detektion auf der Basis von virtuellen Spreizcodes erfolgt. Dies ist besonders wichtig, wenn die Detektionseinrichtung eine gemeinsame Detektion (joint detection nach DE 41 21 356 A1) mit einer Eliminierung zumindest eines Störsignals durchführt.

20

25

Eine weitere Verbesserung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die auch ohne die virtuellen Spreizcodes einsetzbar ist, ergibt sich, wenn beachtet wird, daß sich die Datensymbole zu einem Empfangssignal zumindest teilweise überlagern. Dies gilt sowohl für die Intersymbolinterferenzen (ISI) als auch für die Interferenzen zwischen den Teilnehmersignalen (MAI). Es wird das Empfangssignal abgetastet und eine Empfangsmatrix aufgestellt. Weiterhin wird eine Systemmatrix mit signalindi-

35

viduellen auf Kanalimpulsantworten bezogenen Werten nach einer Bandstruktur belegt.

Benachbarte Positionen in der Systemmatrix werden derart belegt, daß sich die signalindividuellen Werte der verschiedenen Signale abwechseln und die belegten Positionen entsprechend der Überlagerungen zwischen den Symbolen ausgerichtet sind. Zwischen zwei Werten eines Teilnehmersignals mit einem großen Spreizfaktor werden gemäß des Spreizfaktorverhältnisses Werte eines Teilnehmersignals mit kleinem oder gleichem Spreizfaktor angeordnet. Für die Teilnehmersignale mit dem kleineren Spreizfaktor sind entsprechend mehr beieinanderliegende Positionen vorgesehen. Es wird daraufhin eine lineare Detektion für die Datensymbole der zumindest zwei Datenströme durch eine Verknüpfung der Systemmatrix und der Empfangsmatrix durchgeführt.

Damit wird gegenüber der in der Literatur, siehe A.Klein, "Multi-user detection of CDMA signals - algorithms and their application to cellular mobile radio", VDI Verlag, 1996, S.38-43, eine verbesserte Bandstruktur erreicht und den Anforderungen variabler Spreizcodes entsprochen. Die Verwendung unterschiedlicher Spreizfaktoren führt zu einer größeren Anzahl von Interferenzen zwischen Symbolen unterschiedlicher Teilnehmersignale. Die erfindungsgemäße Aufstellung der Systemmatrix trägt dazu bei, trotz dieser Interferenzen aufwandsgünstig zu detektieren. Wird eine solche optimierte Detektion durchgeführt, so ergeben sich kürzere Rechenzeiten, die es erlauben, den Detektor in einem "Idle-Mode" zu schalten. Dadurch wird der Stromverbrauch und/oder die Wärmeabgabe des Gerätes gesenkt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen

- Fig 1 eine schematische Darstellung eines Funk-Kommunikationssystems,
Fig 2 eine Sendeeinrichtung,
Fig 3 eine Empfangseinrichtung, und
5 Fig 4, 5 eine Zerlegung von Spreizcodes in virtuelle Spreizcodes.

Das in Fig 1 dargestellte Mobilfunksystem als Beispiel eines Funk-Kommunikationssystems besteht aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC, die untereinander vernetzt sind bzw. den Zugang zu einem Festnetz PSTN herstellen. Weiterhin sind diese Mobilvermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einer Einrichtung RNM zum Zuteilen von funktechnischen Ressourcen verbunden. Jede dieser Einrichtungen RNM ermöglicht
15 wiederum eine Verbindung zu zumindest einer Basisstation BS.

Eine solche Basisstation BS kann über eine Funkschnittstelle eine Verbindung zu Teilnehmerstationen, z.B. Mobilstationen MS oder anderweitigen mobilen und stationären Endgeräten auf-
20 bauen. Durch jede Basisstation BS wird zumindest eine Funkzelle gebildet. In Fig 1 sind Verbindungen zur Übertragung von Nutzinformationen zwischen einer Basisstation BS und Mobilstationen MS dargestellt.

25 Ein Operations- und Wartungszentrum OMC realisiert Kontroll- und Wartungsfunktionen für das Mobilfunksystem bzw. für Teile davon. Die Funktionalität dieser Struktur ist auf andere Funk-Kommunikationssysteme übertragbar, in denen die Erfindung zum Einsatz kommen kann, insbesondere für Teilnehmerzugangsnetze mit drahtlosem Teilnehmeranschluß.
30

Bei einem CDMA-Übertragungsverfahren kommt eine Senderstruktur nach Fig 2 zu Einsatz. Über die Funkschnittstelle sollen K Datenströme übertragen werden. Es wird eine Kanalkodierung, eine Verwürfelung (interleaving), eine Modulation und eine
35 Spreizung (spreading) der Daten durchgeführt. Die Spreizung wird mit individuellen Spreizcodes c1..c5 ausgeführt, die

eine Unterscheidung von Teilnehmersignalen innerhalb des Signalgemischs zuläßt. Anschließend werden die einzelnen Teilnehmersignale aufsummiert und mit dem Summensignal ein Funkblock gebildet. Die Funkblockbildung bezieht sich vor allem auf ein Übertragungssystem mit "burstartigem" Senden. Zum kontinuierlichen Senden, wie im W-CDMA-Betrieb, werden innerhalb der Funkblockbildung die Daten eines Zeitschlitzes (slot) zusammengestellt. Daraufhin wird das Signal in einem Chipimpulsfilter gefiltert und in einem D/A-Wandler in ein analoges Signal umgewandelt, das verstärkt und über Antennen AT abgestrahlt werden kann.

Die korrespondierende Struktur einer Empfangseinrichtung ist aus Fig 3 ersichtlich. Nachdem die Signale bei der empfangenden Funkstation über die dortige Antenne AT empfangen, anschließend verstärkt und ins Basisband umgewandelt wurden, findet eine Abtastung des Empfangssignals und eine A/D-Wandlung statt, so daß das Empfangssignal einem digitalen Tiefpaß zugeführt werden kann. Das digitalisierte Signal wird nun parallel einem Kanalschätzer KS und einer Detektionseinrichtung DE zugeführt. Dabei wird für die folgende Betrachtung angenommen, daß das Empfangssignal in Form einer Empfangsmatrix e vorliegt, wobei

$$e = A \cdot d + n \text{ gilt.}$$

A beschreibt eine Systemmatrix, d gibt die zu detektierenden Daten in Matrixform an und n ist eine den Rauschanteil enthaltende Matrix.

30

Im Kanalschätzer KS werden Trainingssequenzen, die im Empfangssignal verzerrt vorhanden sind, mit im Empfänger vorliegenden unverzerrten Trainingssequenzen verglichen und aus dem Vergleich Kanalimpulsantworten bestimmt, die teilnehmerindividuell den Übertragungskanal beschreiben. Mit Hilfe der Kanalimpulsantworten wird die Systemmatrix A aufgestellt. Die Systemmatrix A enthält auf die individuellen Kanalimpulsant-

35

worten bezogene Werte, die auch als kombinierte Kanalimpulsantwort bezeichnet werden. Die kombinierte Kanalimpulsantwort entsteht durch eine Faltung des Spreizcodes c mit der zugehörigen Kanalimpulsantwort individuell für jedes Teilnehmer-signal.

Beim einen Rake-Empfänger wird mathematisch gesehen auch mit einer Systemmatrix A gearbeitet. Hier sind in den Kanalimpulsantworten nur bestimmte, den Fingern des Rake-Empfängers entsprechende, Pfade berücksichtigt. Dies läßt sich auch auf auf dem Rake-Empfänger basierende Mehrnutzerdetektion verallgemeinern.

Die benötigten Informationen über den Mobilfunkkanal können nicht nur aus Pilotsymbolen, Mitt- oder Präambeln usw. gewonnen werden, sondern auch, wie in der Aufwärtsstecke von IS-95, aus den übertragenen Symbolen selbst.

Wird von zwei Signalen mit Spreizfaktoren $SF=3$ und $SF=6$ ausgegangen, wobei für beide die Kanalimpulsantwort eine Länge von vier Elementen hat, so ergibt sich für das erste Signal ($SF=6$) ein Vektor b^1 der Länge $9 = 6 + 4 - 1$, und zweite Signal ($SF=3$) ein Vektor b^2 der Länge $6 = 3 + 4 - 1$.

Der Vektor b beschreibt jeweils das Ergebnis der individuellen Faltung von Spreizcode c mit der Kanalimpulsantwort. Dieser Vektor gibt die Antwort des Übertragungskanals auf eine gesendete "1" wieder. Mit diesen Vektoren b^1 und b^2 wird nun die Systemmatrix A folgendermaßen belegt.

$$A = \begin{matrix} & & & & & & 9 \\ \begin{matrix} b_1^1 & b_1^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_2^1 & b_2^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_3^1 & b_3^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_4^1 & b_4^2 & b_1^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_5^1 & b_5^2 & b_2^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_6^1 & b_6^2 & b_3^2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_7^1 & 0 & b_4^2 & b_1^1 & b_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ b_8^1 & 0 & b_5^2 & b_2^1 & b_2^2 & 0 & \dots & 0 \\ b_9^1 & 0 & b_6^2 & b_3^1 & b_3^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_4^1 & b_4^2 & b_1^2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{matrix} \end{matrix}$$

Durch die abwechselnde Anordnung von Vektoren b^1 und b^2 , wobei der Vektor b^2 aufgrund des kleiner Spreizfaktor häufiger benutzt wird, wird eine Bandstruktur der Systemmatrix A erreicht, auch wenn unterschiedlich Spreizfaktoren SF verwendet werden.

Die kombinierten Kanalimpulsantworten der Symbole, zwischen denen Interferenzen möglich sind - dies sind sowohl aufeinanderfolgende Symbole eines Signals als auch Symbole unterschiedlicher aber gleichzeitig übertragener Teilnehmersignale -, befinden sich in benachbarten Positionen der Systemmatrix A. Es sei angemerkt, daß für obenstehendes Beispiel die erste und zweite, die vierte und fünfte usw. Spalte auch vertauscht werden können. Im allgemeinen ist beim Aufstellen der Systemmatrix A sicherzustellen, daß die kombinierten Kanalimpulsantworten der interferierenden Symbole dicht beieinander stehen und die Anzahl der zu reservierenden Positionen in der Systemmatrix A für die Signale im umgekehrten Verhältnis ihrer Spreizfaktoren steht.

In der Detektionseinrichtung DE wird entsprechend dem Ausführungsbeispiel eine gemeinsame Detektion durchgeführt, wobei jedoch auch jeder andere lineare Empfänger, z.B. mit Entscheidungsrückführung (decision feedback) oder andere Mehr-

teilnehmerdetektoren, verwendet werden können. Durch die Bandstruktur der Systemmatrix A wird bei diesen Detektoren hierbei eine Matrixinversion, z.B. durchgeführt z.B. durch eine Cholesky-Zerlegung, erheblich erleichtert.

5

Dabei ist die Gleichung

$$\hat{d} = (A^{*T} A)^{-1} A^{*T} e$$

10 aufzulösen, wobei \hat{d} die geschätzten Datensymbole sind. Die detektierten Daten werden daraufhin demoduliert, entwürfelt (deinterleaving) und kanaldekodiert, so daß wiederum getrennte Datenströme 1 bis K vorliegen.

15 Weitere Einzelheiten sind J.Mayer, J.Schlee, T.Weber, "Real-time feasibility of Joint Detection CDMA", Proceedings of the 2nd European Personal Mobile Communications Conference, Bonn, S.245-252, Sept. 1997, zu entnehmen.

20 Auf die Datendetektion wird nun im Zusammenhang von Fig 4 und 5 eingegangen. Es wird dabei davon ausgegangen, daß der maximale Spreizfaktor SFmax=16 ist und die Detektionseinrichtung auf maximal acht parallel zu verarbeitende Teilnehmersignale ausgelegt ist. So ergibt sich eine Maximallast von:

25

$$L_{\max} = 8 * 1/SF_{\max}.$$

Die aktuelle Last wird angegeben mit

30
$$L = \sum_{k=1}^K \frac{1}{SF_k}.$$

Für das folgende Beispiel werden über die Funkschnittstelle gleichzeitig fünf Verbindungen mit den Spreizcodes c1 bis c5 versorgt. Vier Verbindungen benutzen die Grunddatenrate und
 35 haben einen Spreizfaktor von SF=16, währenddessen die fünfte

Verbindung mit vierfacher Datenrate und einem Spreizfaktor von $SF=4$ betrieben wird. Damit ist die Maximallast erreicht.

Jeder Spreizkode c_1 bis c_4 besteht aus 16 Chips, wobei nach
5 Fig 4 für die vier Verbindungen mit den Spreizkodes $c_1..c_4$
die 16 Chips frei gewählt sind, so daß sich möglichst zueinander orthogonale Spreizkodes ergeben. Der fünfte Spreizkode c_5 , dessen Grundsymbol nur aus vier Chips besteht, wird also innerhalb der 16 Chips viermal wiederholt. Damit wird allerdings auch die vierfache Datenmenge übertragen, in dem in Fig
10 4 dargestellten Zeitintervall also vier Symbole.

Entsprechend dem Ausführungsbeispiel wird jeder der vier im
dargestellten Zeitintervall aufeinanderfolgenden Spreizkodes
15 c_5 einem virtuellen Spreizkodes vc zugeordnet und für die
übrigen Stellen der Wert "0" eingefügt. Eine Überlagerung der
virtuellen Spreizkodes vc ergibt wieder die Abfolge der
ursprünglichen Spreizkodes c_5 . Nach den vier dargestellten
Symbolen der Fig 4 wiederholt sich die Aufteilung in vir-
20 tuelle Spreizkodes vc , so daß z.B. der den ersten virtuellen
Kanal bildende virtuelle Spreizkode c_{51} somit das 1., 5., 9.
usw. Symbol detektiert.

Es sei angemerkt, daß auch eine Symbolgruppe aus mehreren,
25 z.B. zwei Symbolen - entspricht 8 Chips, einem virtuellen
Spreizkode zugeordnet werden kann. Dies ist besonders dann
vorteilhaft, wenn keine Verbindung mit dem maximalen Spreiz-
faktor SF_{max} betrieben wird.

30 Insgesamt verarbeitet die Detektionseinrichtung DE nun acht
Kanäle mit der Grunddatenrate, obwohl unterschiedliche
Spreizfaktoren SF verwendet werden. Änderungen der Spreizfak-
toren SF können sehr leicht im Empfänger nachvollzogen wer-
den. Eine Realisierung der Empfangseinrichtung durch einen
35 anwendungsspezifischen Schaltkreis (ASIC) wird dadurch ermög-
licht.

Je nachdem, wie die Konstellation der Spreizcodes c auch sein mag, die Detektionseinrichtung DE kann fest für die beispielsweise acht, mitunter virtuellen, Kanäle dimensioniert werden. Die acht, mitunter virtuellen, zu den Kanälen gehö-

5 renden Spreizcodes c werden frei einstellbar gehalten. Die Detektionsergebnisse der Detektion mit den zum Spreizcode c_5 gehörenden virtuellen Spreizcodes werden anschließend zum empfangseitigen Datenstrom des betreffenden Teilnehmersignals aneinandergereiht.

10

Eine zusätzliche Verbesserung ergibt sich nach Fig 5. Dabei werden für den fünften Spreizcode c_5 nicht viermal die gleiche Chipfolge gewählt, sondern vier unterschiedliche Spreizcodes c_{51} , c_{52} , c_{53} , c_{54} . Diese können zyklisch verändert,

15 z.B. ringförmig getauscht oder entsprechend einer Sprungsequenz verändert werden, so daß sich ein zusätzlicher Kode-Diversitätsgewinn durch Scrambling ergibt. Die Sprungsequenz wird zum Verbindungsaufbau vereinbart und kann während der Verbindung modifiziert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen Spreizfaktoren, bei dem

- in einem Kanal gleichzeitig Signale von zumindest zwei Datenströmen mit durch Spreizcodes (c) gespreizten Datensymbolen übertragen werden, wobei für die Signale unterschiedliche Spreizfaktoren (SF) einstellbar sind, die kleiner oder gleich einem maximalen Spreizfaktor (SFmax) sind,

- empfangsseitig die Signale mit Hilfe der Spreizcodes (c) detektiert werden,

dadurch gekennzeichnet,

- daß empfangsseitig für ein Signal mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SFmax) ist, mehrere virtuelle Spreizcodes (cv) gebildet werden, die jeweils nur auf einzelne Symbole oder Symbolgruppen des Signals bezogen sind,

- die Detektion dieses Signals mit den virtuellen Spreizcodes (cv) durchgeführt wird, und

- die Detektionsergebnisse mit den virtuellen Spreizcodes (cv) zum empfangsseitigen Datenstrom des Signals mit dem kleineren Spreizfaktor aneinandergereiht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein Spreizcode (c) mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SFmax) ist, von Symbol zu Symbol oder von Symbolgruppe zu Symbolgruppe geändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die Änderung des Spreizcode (c) der Aufteilung in virtuelle Spreizcodes (cv) entspricht.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem die Länge der virtuellen Spreizcodes (cv) der Symbollänge des maximalen Spreizfaktors entspricht.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem eine Detektionseinrichtung (DE) für eine Anzahl von Kanälen dimensioniert wird, die der Anzahl von Kanälen mit dem maximalen Spreizfaktor (SFmax) entspricht, wobei zur Verarbeitung von Signalen mit unterschiedlichen Spreizfaktoren eine Detektion auf der Basis von virtuellen Spreizcodes erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Detektionseinrichtung (DE) eine gemeinsame Detektion mit Eliminierung zumindest eines Störsignals durchführt.

7. Verfahren einem der vorherigen Ansprüche, bei dem

- sich die Datensymbole zu einem Empfangssignal zumindest teilweise überlagern,
- das Empfangssignal abgetastet und eine Empfangsmatrix (e) aufgestellt wird,
- eine Systemmatrix (A) mit auf signalindividuelle Kanalimpulsantworten bezogenen Werten nach einer Bandstruktur belegt wird, wobei benachbarte Positionen in der Systemmatrix (A) derart belegt werden, daß sich die Werte der verschiedenen Signale abwechseln und die belegten Positionen entsprechend der Überlagerungen zwischen den Symbolen ausgerichtet sind, wobei für die Signale mit dem kleineren Spreizfaktor entsprechend mehr beieinanderliegende Positionen vorgesehen sind,
- eine lineare Detektion für die Datensymbole der zumindest zwei Datenströme durch eine Verknüpfung der Systemmatrix (A) und der Empfangsmatrix (e) durchgeführt wird.

30

8. Empfangseinrichtung für ein Funk-Kommunikationssystem, der zumindest eine Antenne (AT) zum Empfangen eines Empfangssignals zugeordnet ist, mit einem Kanalschätzer (KS) zum Bestimmen von signalindividuellen Kanalimpulsantworten von zumindest zwei Signalen gleichzeitig übertragener Datenströme mit durch Spreizcodes (c) gespreizter Datensymbole, wobei für die Signale unter-

35

schiedliche Spreizkodes (SF) einstellbar sind, die kleiner als ein maximaler Spreizfaktor (SFmax) sind, mit einer Detektionseinrichtung (DE) zum Detektieren der Signale mit Hilfe der Spreizkodes, wobei

- 5 - für ein Signal mit einem Spreizfaktor (SF), der kleiner als der maximale Spreizfaktor (SFmax) ist, mehrere virtuelle Spreizkodes (cv) gebildet werden, die jeweils nur auf einzelne Symbole oder Symbolgruppen des Signals bezogen sind,
- die Detektion dieses Signals mit den virtuellen Spreizkodes
10 (cv) durchgeführt wird, und
- die Detektionsergebnisse mit den virtuellen Spreizkodes (cv) zum empfangsseitigen Datenstrom des Signals mit dem kleineren Spreizfaktor aneinandergereiht werden.

Zusammenfassung

Verfahren zur Datenübertragung in einem Funk-Kommunikationssystem mit CDMA-Teilnehmerseparierung und variablen Spreizfaktoren

Erfindungsgemäß wird bei mehreren Signalen mit unterschiedlichen Spreizfaktoren Bezug auf einen vorgebbaren maximalen Spreizfaktor genommen. Empfangsseitig werden für ein Signal mit einem Spreizfaktor, der kleiner als der maximale Spreizfaktor ist, mehrere virtuelle Spreizcodes gebildet, die jeweils nur auf einzelne Symbole oder Symbolgruppen des Signals bezogen sind. Diese virtuellen Spreizcodes sind die Basis der weiteren Auswertung dieses Signals, denn die Detektion dieses Signals wird mit den virtuellen Spreizcodes durchgeführt. Die Detektionsergebnisse der Detektion mit den virtuellen Spreizcodes werden anschließend zum empfangsseitigen Datenstrom des Signals aneinandergereiht.

Fig 5

Fig. 1

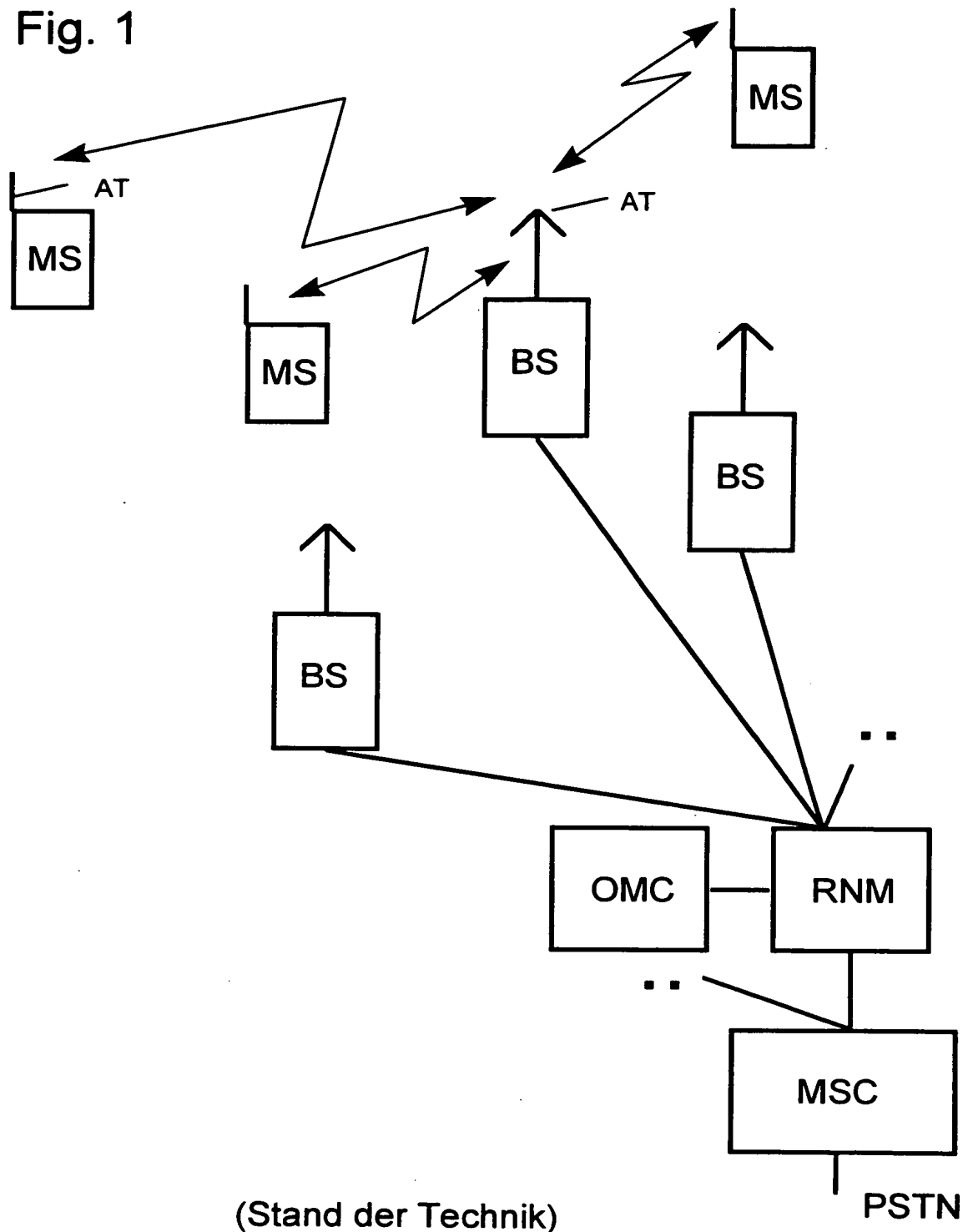


Fig. 2

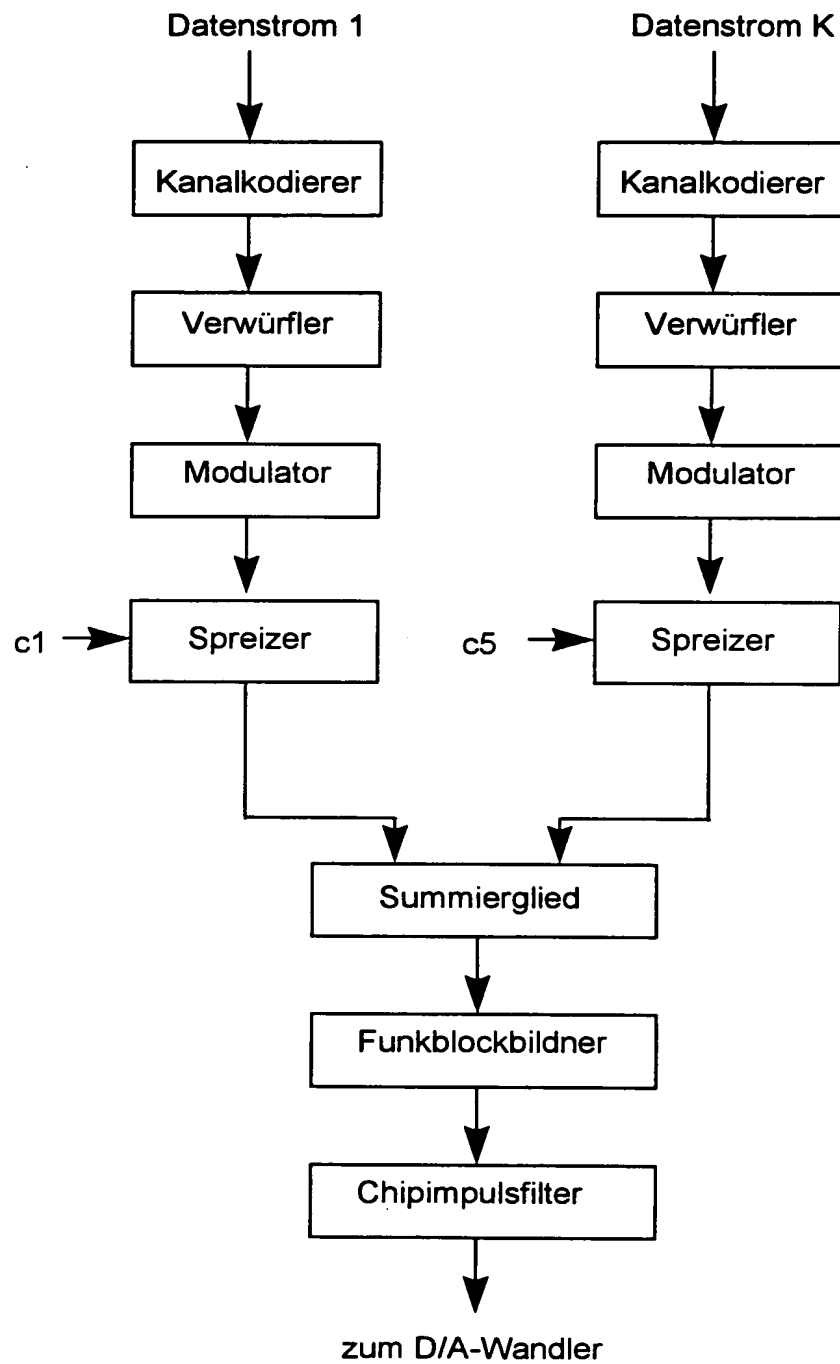


Fig. 3

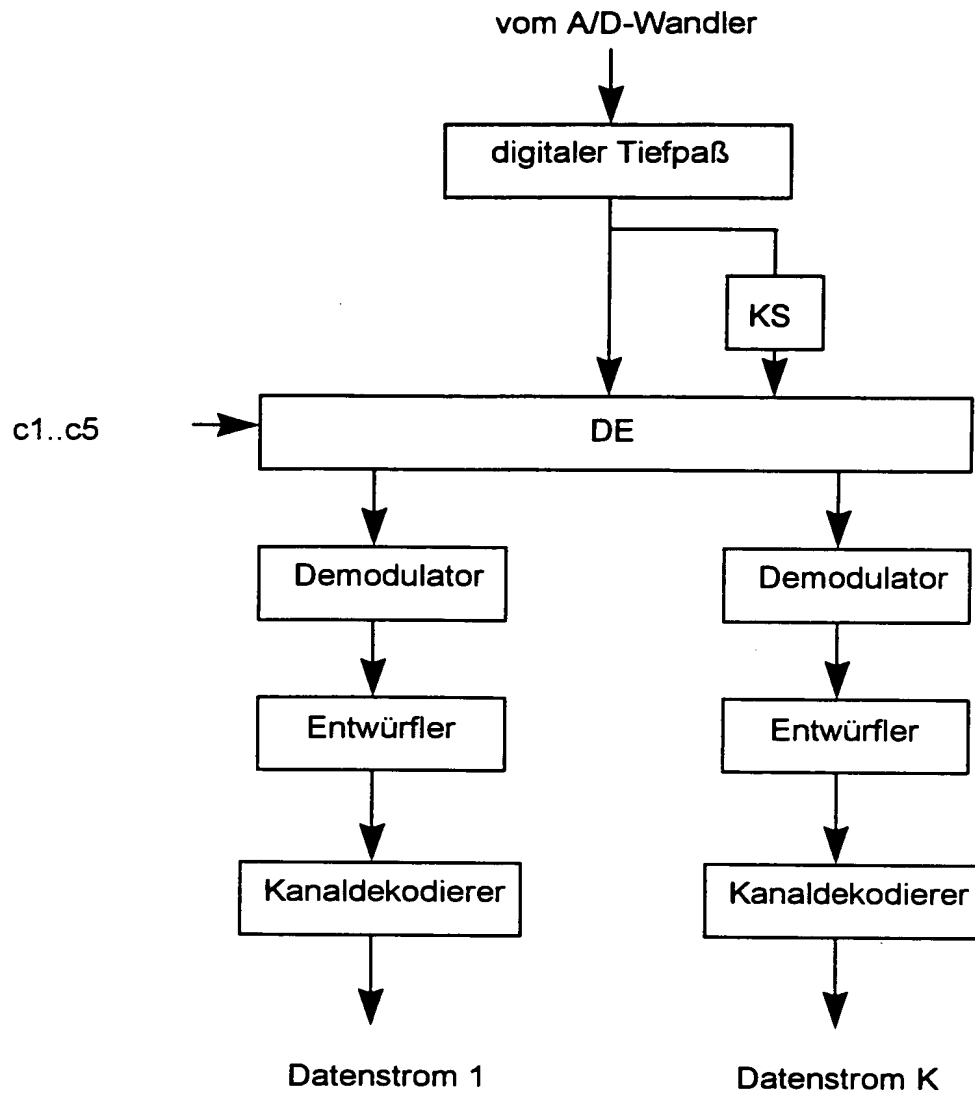


Fig. 4

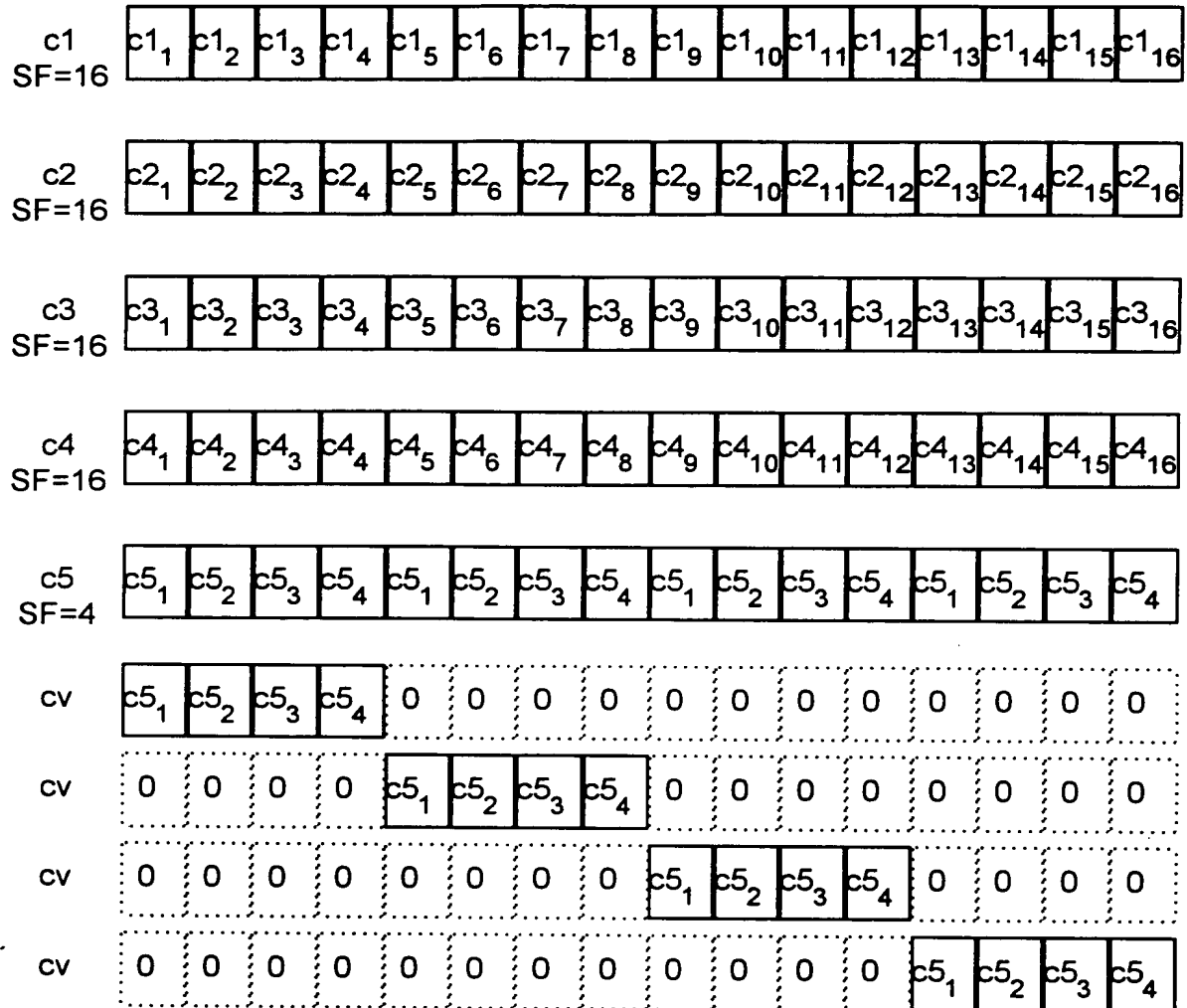


Fig. 5

